

⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 17.04.96.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : 24.10.97 Bulletin 97/43.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : AUGUSTE MARCEL MAURICE —
FR.

⑦2 Inventeur(s) :

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire :

⑤4 AMENAGEMENT POUR LES STATIONS D'EPURATION DES EAUX USEES PAR LUGANAGE A FILTRES
MACROPHYTES FLOTTANTS.

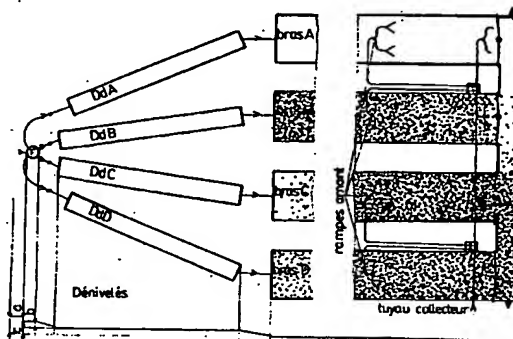
⑤7 Pour le procédé d'épuration des eaux usées par lagunage à filtres macrophytes flottants, dispositif facilitant l'entretien de la station sans interrompre son fonctionnement et permettant la récolte des plantes.

Les décanteurs-digesteurs sont disposés chacun en série avec un bras (Dda avec A, Dd avec B, etc.), de façon à pouvoir isoler à tour de rôle une série.

Le répartiteur r divise équitablement l'effluent entre les bras en service.

La lagune est divisée en n bras indépendants (ici n=4) en parallèle et au même niveau hydraulique. Pour isoler un bras, il suffit de fermer la vanne située entre le répartiteur et le bras, ainsi que les portes à l'extrémité du bras aboutissant au canal.

Pour accélérer les plantes et permettre leur récolte, les bras sont reliés entre eux juste avant les portes par un tuyau collecteur. Celui-ci est alimenté par une rampe aval dans chaque bras et débite le flux collecté dans une rampe amont. Les rampes amont sont ouvertes à tour de rôle pour récolter les plantes dans leur bras respectif.



FR 2 747 671 - A1



Ce procédé d'épuration par lagunage à filtres macrophytes flottants, utilisable en climat tropical, fait appel à des plantes pour absorber la pollution et réoxygéner l'eau de l'effluent. Les plantes arrivées à maturité sont extraites puis valorisées. L'effluent (ou eaux usées) passe d'abord dans un décanteur-digester, caractérisé entre
5 autres par son temps de rétention (variable de quelques heures à quelques jours). Les particules lourdes s'y déposent au fond, les matières organiques y sont transformées en microparticules en suspension dans l'eau sous l'action de bactéries anaérobies et de la fermentation. L'effluent est ensuite déversé dans la lagune. Les plantes flottantes y sont cultivées.

10 Au départ de la lagune, l'effluent subit encore l'action anaérobie du traitement commencée dans le décanteur-digester. Les microparticules en suspension sont captées dans les racines des plantes. En contact avec la surface de l'eau, les feuilles irradiées par le soleil produisent de l'oxygène (photosynthèse). L'eau s'oxygène au contact des feuilles. Cette oxygénation favorise la prolifération de bactéries aérobies qui minéralisent les
15 microparticules dont elles se nourrissent, les rendant ainsi assimilables par les plantes.

Au fur et à mesure de l'avancement de l'effluent dans la lagune, l'oxygénation augmente, renforçant l'action aérobie du traitement en même temps que l'action anaérobie diminue. A un certain niveau d'oxygénation apparaissent des protozoaires et petits animaux microphages qui se nourrissent des bactéries et virus, dont certains sont pathogènes,
20 parvenus jusque-là.

Les plantes pendant ce temps absorbent la quasi totalité de la pollution entrée dans la lagune. Parvenues à maturité, il faut les récolter pour que d'autres, en phase de croissance, puissent se développer en captant leur part de pollution. Les plantes restées dans la lagune assureront la reproduction et donc le renouvellement des filtres.

25 Jusqu'à ce jour, à ma connaissance, il existe deux types de réalisations de lagunes fonctionnant avec ce procédé.

Fig. 1 - Une suite de bacs (représentés ici au nombre de 4) étroits et peu profonds sont disposés en série. Chaque bac est à un niveau supérieur à celui qui le suit. L'effluent est prétraité dans un décanteur-digester Dd. Les plantes sont récoltées manuellement

depuis les berges des bacs. Le débit d'effluent admis et la section transversale de la tranche d'eau dans les bacs définissent la vitesse de l'effluent.

Si cette vitesse dépasse une certaine valeur, elle est incompatible avec le développement des plantes. Ce système très efficace, est de ce fait limité à quelques
5 milliers d'équivalent habitants. Il offre cependant deux avantages grâce à l'étroitesse des bacs :

- possibilité de récolter manuellement ou mécaniquement depuis les berges.
- absence de passages préférentiels.

Fig. 2 - Deux lagunes commutables sont alimentées à tour de rôle à travers un
10 décanteur-digesteur. La récolte peut être automatisée grâce à l'utilisation de petites plantes passant dans les déversoirs en bout de lagune, soit mécaniquement avec un matériel permettant l'accès au milieu de la lagune éloigné des berges. Ce matériel est forcément lourd et coûteux.

Ce système permet la réalisation de grandes stations. Des passages préférentiels
15 peuvent se produire. Il est nécessaire de créer un brassage de l'effluent dans la lagune. L'épuration est poursuivie dans une lagune à plantes enracinées.

Les dispositifs, faisant l'objet de cette demande, sont destinés à remédier à certains inconvénients des systèmes décrits ci-dessus.

Ils permettent de gagner de la place en évitant le doublement de la surface de la
20 lagune dans le cas de la Fig. 2 où les deux lagunes fonctionnent en alternance pour permettre les interventions d'entretien. Ils réduisent aussi la surface occupée dans le cas de la Fig. 1 en diminuant le nombre de digues qui séparent les bacs : un bras de longueur égale à la totalité des bacs les remplacera. En multipliant les bras, on multipliera la capacité de la station. En élargissant les bras, on diminuera le nombre de digues. Le gain
25 de place peut être considérable. Dans le cas de la Fig. 1, si l'on a besoin d'intervenir sur un bac ou un décanteur-digesteur, on arrête la station. Les dispositifs, décrits ci-après, permettent le fonctionnement normal de la station en cas d'intervention pour son entretien. Ils réduiront le nombre de dénivelés ce qui diminue la puissance nécessaire pour le relevage de l'effluent. Ils permettent une récolte aisée aussi bien manuelle que mécanique.

En effet, le problème de la récolte peut être considéré comme résolu si l'on parvient à amener les plantes en un point précis du système en fin de traitement. C'est l'un des objets de l'invention.

La station fonctionnera par gravité ne nécessitant aucune machinerie à l'exception, éventuellement, d'une pompe de recyclage pour renforcer le dispositif de chasse décrit plus loin.

Ces dispositifs conféreront une grande flexibilité d'utilisation en climat tropical où une saison sèche succède à une saison pluvieuse. En saison sèche, on fermera un certain nombre de bras pour maintenir un niveau suffisant dans les autres, la station pouvant éventuellement fonctionner sans rejet d'eau si l'évaporation est forte.

Dans la description qui suit, le mot lagune désigne l'ensemble des bras d'une station d'épuration.

La lagune (Fig. 3) est divisée en n bras en parallèle (ici au nombre de 4 pour simplifier) situés au même niveau. Deux décanteurs-digesteurs **Dd1** et **Dd2** reçoivent l'effluent par un répartiteur r . L'effluent regroupé dans r' alimente les différents bras. En cas d'intervention sur **Dd1**, par exemple, on formera **V1** et **V3**. Les vannes **V2**, **V4**, **V5**, **V6**, **V7**, et **V8** resteront ouvertes. Le temps de rétention des décanteurs-digesteurs même divisé par deux permettra un fonctionnement correct de la station, le cas étant prévu dès la conception. De même, la fermeture d'un bras aura une incidence d'autant plus réduite que le nombre n de bras sera grand.

La station pourra être réalisée sur un remblai argileux.

L'étanchéité des décanteurs-digesteurs devra être assurée par une géomembrane (non représentée Fig. 4). Le niveau de l'eau dans chaque bras sera fixé par un déversoir.

La Fig. 5 représente une lagune identique à celle de la Fig. 3. L'effluent entre dans un répartiteur d'où il est divisé vers les décanteurs-digesteurs **dd1** et **dd2** de faibles largeur et hauteur, dont le rôle est de retenir un maximum de sables décantés sous forme de dépôt boueux et de matériaux légers accumulés dans une croûte flottante. La rétention de ces éléments dans **dd1** et **dd2** évitera des interventions trop fréquentes sur **Dd1** et **Dd2** rendues difficile à cause de leurs grandes hauteur et largeur. La fermeture d'une série de

décanteurs-digesteurs (**dd1** et **Dd1** par exemple) permet, comme dans le cas précédent, un fonctionnement correct de la station. De même, la fermeture d'un bras n'aura qu'une faible incidence sur le fonctionnement de l'ensemble.

La Fig. 6 est un diagramme des dénivelés. Bien que comptant un
 5 dénivelé de plus que dans le cas précédent (Fig. 3), la dénivellation totale sera plus réduite pour une station de grande largeur : le dénivelé (Fig. 4) de **r** vers **Dd1** et **Dd2** est conditionné par la pente à donner aux tuyaux de liaison et à la longueur de ces liaisons. La Fig. 5 montre que la longueur des liaisons n'est pas conditionnée par l'importance de la station.

10 Sur la Fig. 7, les décanteurs-digesteurs sont en nombre égal aux bras. Chaque décanteur-digesteur est en série avec un bras.

Dans ce dispositif, la répartition est à un seul étage. Le dénivelé total sera inférieur à ceux des deux cas précédents. La longueur occupée par la station sera supérieure pour des temps de rétention équivalents des décanteurs-digesteurs.

15 La Fig. 8 est le diagramme des dénivelés.

La Fig. 11 montre dans sa partie haute une autre disposition des décanteurs-digesteurs. L'effluent arrive dans le répartiteur **r** où il est divisé dans **dd1** et **dd2** de faible profondeur et hauteur, donc faciles à vidanger. L'effluent est regroupé dans **r'** d'où il part vers les décanteurs-digesteurs disposés à l'entrée de chaque bras qu'ils alimentent, **DDA**
 20 pour le bras A, **DDB** pour le bras B, etc... La fermeture de **dd1** ou **dd2** rend la perte de temps de rétention négligeable par rapport à celui de la totalité des décanteurs-digesteurs en fonction : **dd1** (ou **dd2**) + **DDA** + **DDB** etc...

La Fig. 9 montre un dispositif à bras larges que l'on peut fermer par des portes dans la partie étroite de l'entonnoir pour les isoler. Les bras A, B et C sont représentés fermés
 25 par les portes **p1**, **p2** et **p3**. Elles doivent être manoeuvrables manuellement par deux hommes. Elles ne dépasseront pas 5m de longueur et leur hauteur sera approximativement de 1m. Elles seront décrites plus tard en annexe à la présente demande.

La longueur de la porte ne doit pas être inférieur au 1/3 de la largeur du bras qu'elle ferme. L'angle **a**, formé par le bord de l'entonnoir et la berge ne doit pas dépasser 30° (Fig.

9). Pour les bras de largeur supérieure à 15m, il faudra 2 (Fig. 11), 3 (Fig. 13) ou 4 (Fig. 12) portes par bras ou plus si nécessaire.

La Fig. 12 montre un dispositif laissant un passage maximum aux plantes. Des plots en béton servent de supports aux portes. La Fig. 10 est une coupe longitudinale partielle grossie du bras D de la Fig. 9. Elle montre le profil montant du fond de l'entonnoir et la position des plantes dans l'eau. La hauteur (h_c) de l'eau dans le canal est environ la moitié de celle (h) dans le bras. Cette faible hauteur facilite le drainage des plantes dans le canal. L'extrémité du bras et le canal sont bétonnés pour résister au courant devenu important depuis la rampe amont (voir plus loin).

La Fig. 14 montre l'extrémité des cinq premiers bras d'une lagune qui en compte n . Chaque bras est terminé par deux entonnoirs correspondant à deux portes. Un dispositif de chasse des plantes, par accélération du courant, constitué de tuyaux cylindriques en PVC ou en béton est représenté en pointillés. Le tuyau collecteur TT' traverse la totalité des bras. Il est fermé aux extrémités. Chacune des rampes, proche de la sortie du bras, est isolée par une vanne (V3 et V4, Fig. 15, pour les bras C et D). Ces vannes sont disposées au fond de caissons bétonnés entre deux bras (Fig. 15, 16 et 17). La vanne 5, facultative, est représentée en pointillés (Fig. 15).

Une rampe amont située au dernier 1/5ème de la longueur de chaque bras est isolée par une vanne (V1 et V2 pour C et D, Fig. 15). Les bras A et B sont représentés vides de plantes (Fig. 14). Les portes des bras A, B, D, E et suivants non représentés, sont fermées. Les portes de C sont ouvertes. Toutes les vannes amont sont fermées sauf V1 pour C. Toutes les vannes aval sont ouvertes sauf V3 pour C (Fig. 15). Tous les bras sont alimentés en effluent qui n'a d'autre issue que l'extrémité de C. Les niveaux dans les bras A, B, D, E et les suivants tendent à augmenter. Tout dénivelé provoquera un écoulement vers la rampe amont de C à travers le collecteur TT' par paliers chaque fois qu'il reçoit l'effluent d'un bras. Les pertes de charge suivent une augmentation conséquente à cette accélération. Le collecteur TT' ainsi que les liaisons aux rampes amont et aval seront dimensionnées de façon que le dénivelé maximal ne mette pas le niveau d'eau au-dessus des berges dans les pires conditions envisageables. Le flux de liquide dans les bouches des rampes doit être

équitablement réparti au refoulement : il faut donc procéder à des divisions successives symétriques en Y. Le nombre de bouches sera donc de 2 ou 4 ou 8 ou 16, etc... La section totale des tuyaux, après chaque division devra être égale à celle du tuyau qui l'alimente. Les coudes brusques devront être évités (la Fig. 14 n'est qu'un schéma de principe).

- 5 L'eau collectée en aval des n bras sauf C, sortira par la rampe amont de C, accélérant le courant dont la vitesse sera n fois celle de C avant la rampe amont, facilitant le drainage des plantes dans l'extrémité du bras, les entonnoirs et le canal vers la sortie.

Par exemple, si la vitesse du courant dans chaque bras est de 30m/jour après stabilisation des niveaux, le rétrécissement de l'entonnoir $1/3$ de la largeur du bras, la
10 remontée du fond $h_c = 1/2 h$ (Fig. 10) et $n = 10$ bras, on aura au passage étroit de l'entonnoir une vitesse $v_e = 30\text{m/jour} \times 3 \times 2 \times 10 = 1\,800\text{m/jour}$.

Pour maintenir cette vitesse dans le canal, il faut maintenir sa hauteur au niveau du passage aux portes et sa largeur égale à la totalité de la largeur des portes de chaque bras.

- En cas d'obstruction de l'un des entonnoirs, on peut fermer l'autre pour accélérer le
15 courant. En cas d'insuccès, on peut fermer V1 et ouvrir V3 pour rapprocher la chasse du bouchage.

On pourra aussi utiliser une pompe de recyclage de l'effluent en sortie du canal pour renforcer le courant dans TT'. On peut enfin tout simplement déboucher manuellement, la hauteur d'eau dans le canal étant inférieure à 0,5m, elle permet le
20 passage à pied.

Le bras D est représenté Fig. 14 prêt à la récolte. Pour le récolter, on ouvre les portes de ce bras, on ouvre V2 (Fig. 15), on ouvre V3, on ferme V1, on ferme V4, on ferme les portes de C.

- On pourra ainsi récolter successivement $1/5^{\text{ème}}$ des plantes de chaque bras. Dans
25 le bras C refermé dont la partie aval a été vidée de ses plantes, le courant diminue brusquement pour retrouver sa valeur initiale. Les plantes redescendront lentement vers la rampe aval, et le bras pourra être récolté de nouveau le moment venu.

La Fig. 15 représente une section grossie de la Fig. 16 selon a, b, c, d.

La Fig. 16 représente une vue de droite selon b, d.

La Fig. 17 représente une vue de face selon c, d.

- Il est à noter qu'il est possible de récolter deux bras à la fois sur une même lagune
- 5 en fermant une vanne médiane placée directement sur TT'. On pourra alors utiliser les deux extrémités du canal pour la récolte, le niveau de la lagune étant alors fixé par deux déversoirs.

REVENDEICATIONS

1) Dispositif destiné au traitement des eaux usées par lagunage à filtres
macrophytes flottants caractérisé par une batterie de décanteurs-digesteurs, caractérisé par
5 la division de la lagune en n bras parallèles horizontaux, de même niveau fonctionnant
indépendemment, reliés entre eux à leur extrémité aval par un canal de drainage des
plantes vers l'une de ses extrémités où se trouve un déversoir qui fixe le niveau général de
la lagune et par un système hydraulique de chasse des plantes vers le point de récolte.

2) Dispositif selon la revendication 1 caractérisé par une batterie de deux
10 décanteurs-digesteurs en parallèle alimentés par un répartiteur r. Ces décanteur-digesteurs
peuvent indépendemment ou ensemble, alimenter les différents bras de la lagune à travers
un répartiteur r' (Fig. 3).

3) Dispositif selon la revendication 1 caractérisé par une batterie de quatre
décanteurs-digesteurs disposés en deux séries parallèles fonctionnant ensemble ou
15 isolément. Les décanteurs-digesteurs dd1 et dd2 sont de largeur et de profondeur réduites
par rapport à Dd1, et Dd2 (Fig. 5).

4) Dispositif selon la revendication 1 caractérisé par une batterie de décanteurs-
digesteurs alimentée par un répartiteur. Chaque décanteur-digesteur est en série avec le
bras qu'il alimente (Fig. 7).

20 5) Dispositif selon la revendication 1 caractérisé par une batterie de décanteurs-
digesteurs dont deux dd1, et dd2 de faibles profondeur et hauteur, alimentés par un
répartiteur r, fonctionnent en parallèle ou séparément. Ils regroupent l'effluent dans un
répartiteur r' qui les redistribue aux différents décanteurs-digesteurs placés dans le
prolongement des bras qu'ils alimentent respectivement (Fig. 11).

25 6) Dispositif selon la revendication 1 caractérisé par la fermeture des bras par une
porte (Fig. 9), deux portes (Fig. 11), trois portes (Fig. 13), quatre portes (Fig. 12) ou plus si
nécessaire, sur chaque bras.

7) Dispositif selon la revendication 6 caractérisé en ce que l'on fixe le niveau de la lagune par un seul déversoir placé à une extrémité du canal qui relie entre eux les bras en aval des portes.

8) Dispositif selon la revendication 6 caractérisé en ce que le flux de tous
5 les bras de la lagune passe dans un seul bras, à partir d'un niveau déterminé dans sa longueur pour évacuer les plantes vers le point de récolte. Tous les bras de la lagune pouvant être récoltés à tour de rôle par un jeu de portes et de vannes. Ce dispositif comprend les portes des bras donnant accès au canal, un tuyau collecteur traversant tous
10 les bras de la lagune (Fig. 14). Une rampe aval située près de la sortie de chaque bras est reliée au collecteur et peut être isolée de celui-ci par une vanne. Une rampe amont située au niveau du bras à partir duquel on veut récolter les plantes est reliée au collecteur et peut être isolée de celui-ci par une vanne.

9) Dispositif selon la revendication 8 caractérisé par l'adjonction d'une pompe à l'extérieur d'un bras situé en bordure de la lagune, la pompe recyclant l'eau après le
15 déversoir dans TT' pour renforcer le courant dans le bras récolté.

10) Dispositif selon 8 caractérisé par la séparation de la lagune en deux par simple fermeture d'une vanne sur le collecteur TT' pour récolter deux bras en même temps par les deux extrémités du canal.

1/8

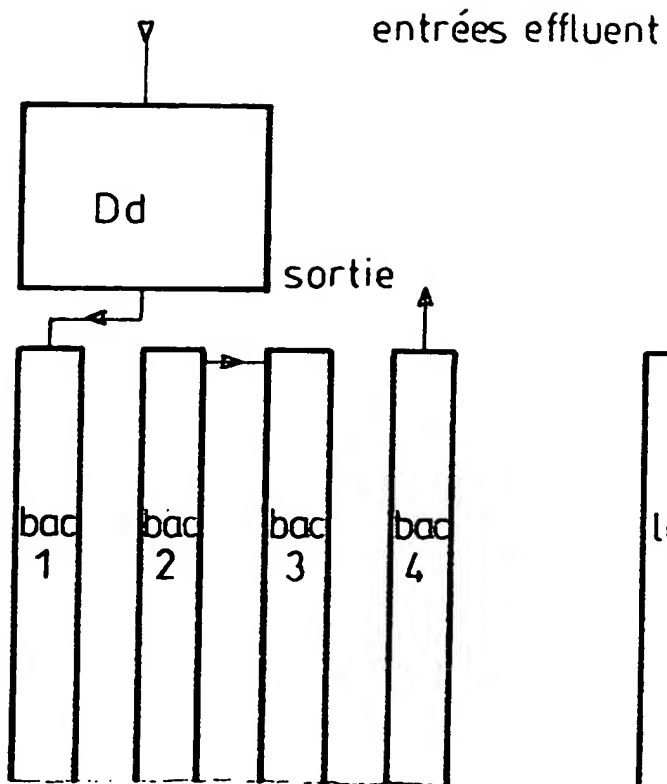


fig 1

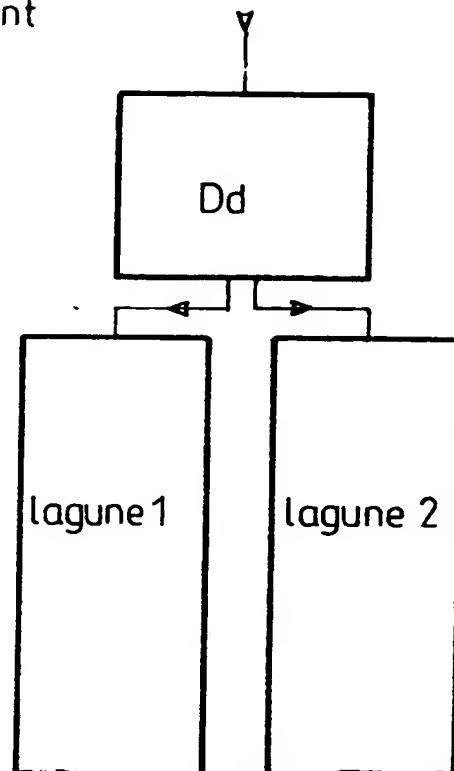
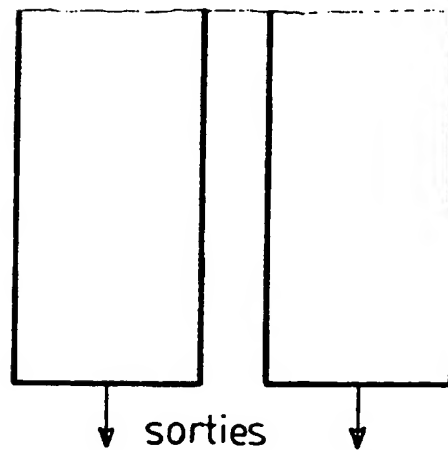
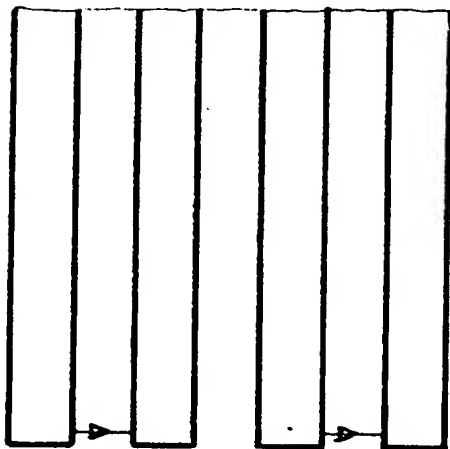
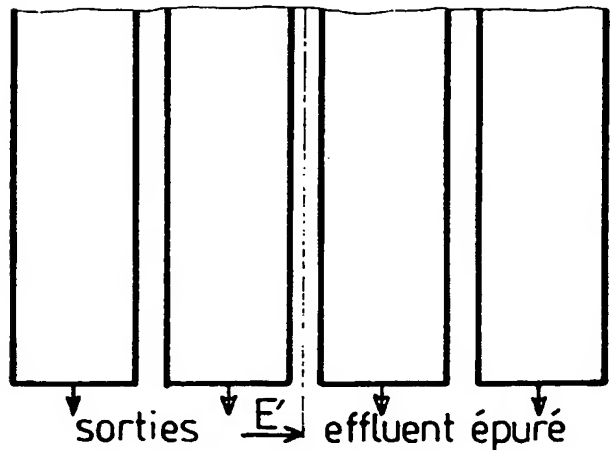
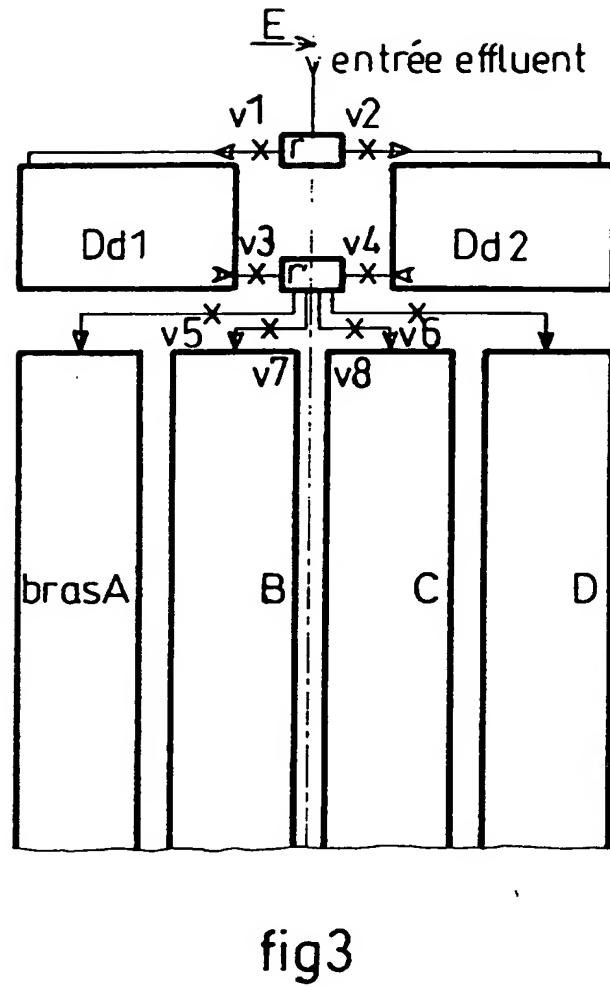
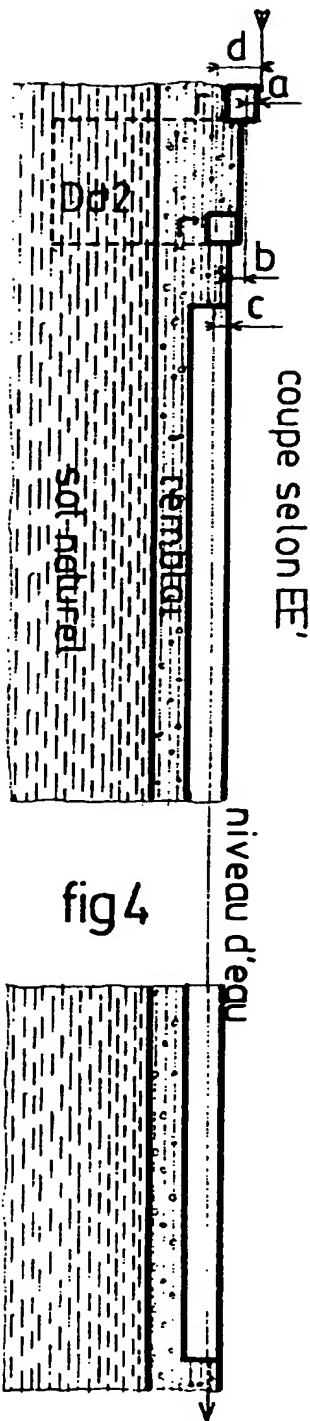


fig2



2/8



3/8

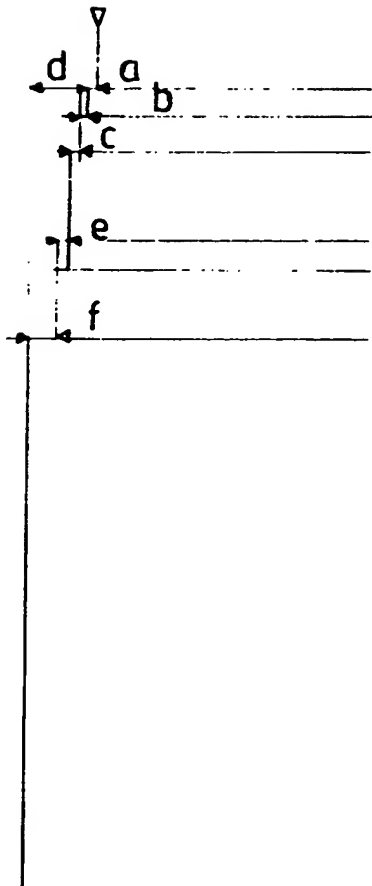


fig6

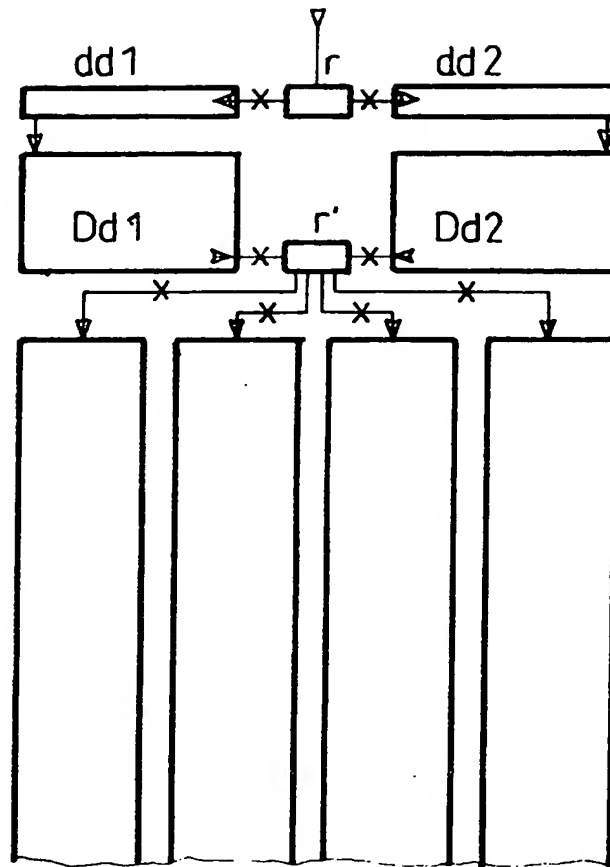
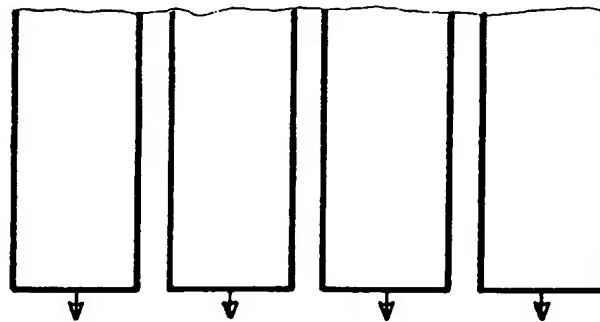


fig5



sorties

4/8

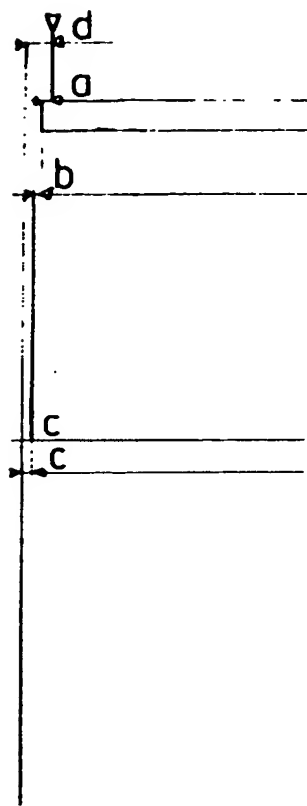


fig 8

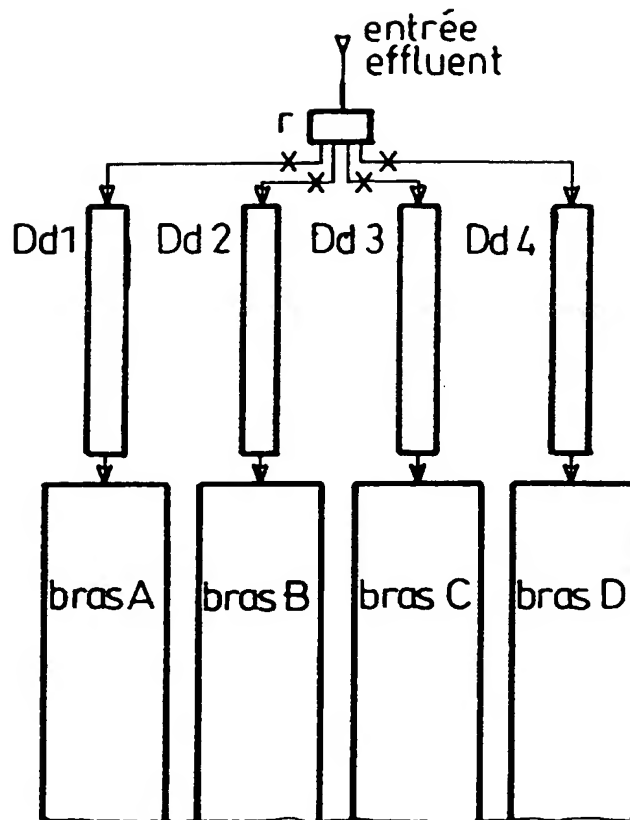
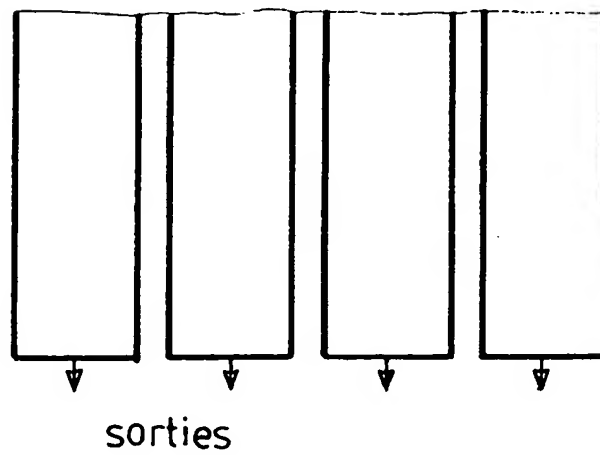
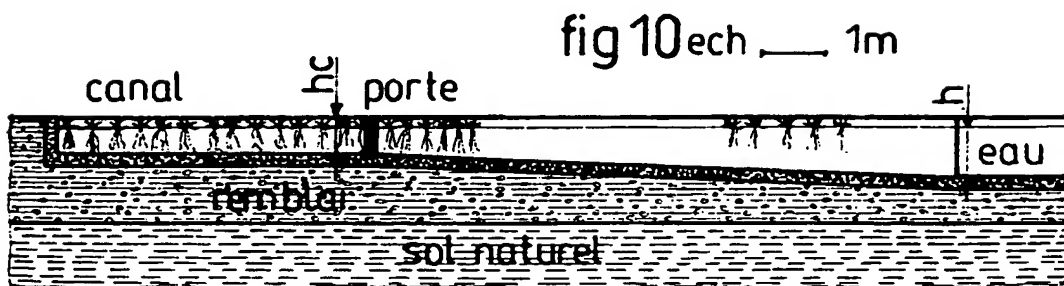
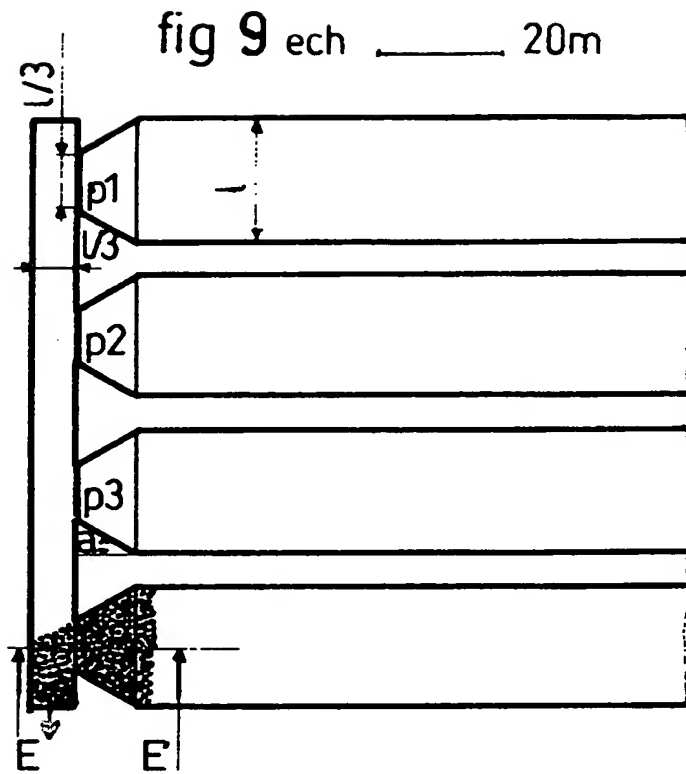


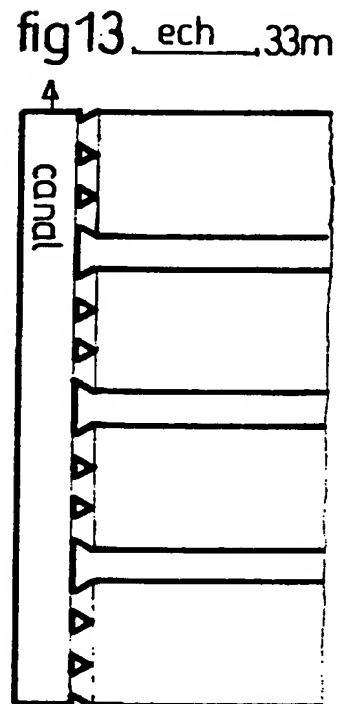
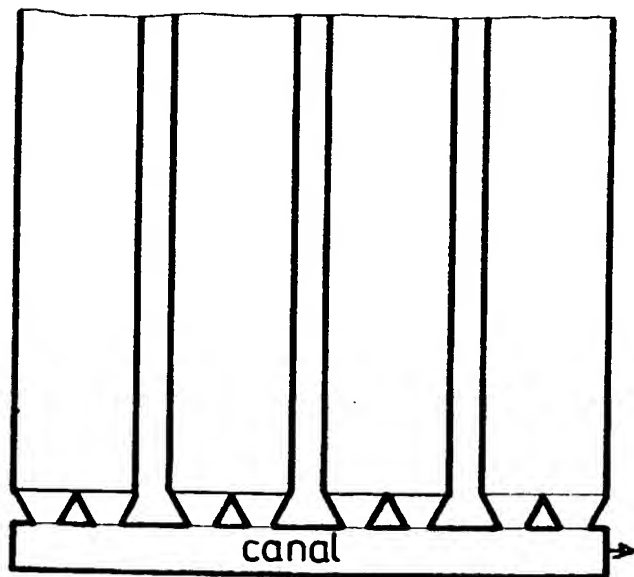
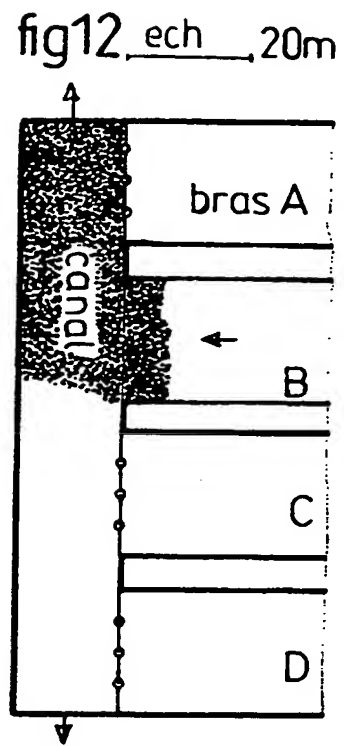
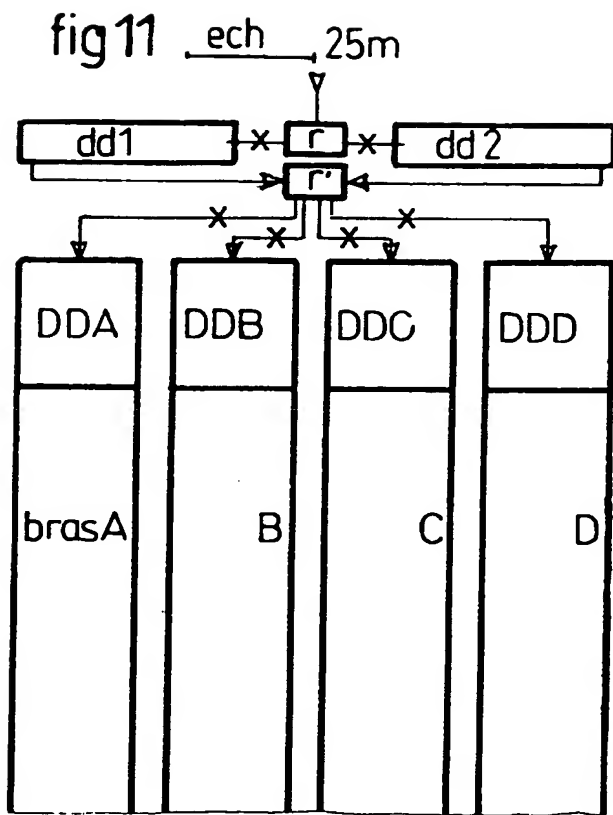
fig 7



5/8



6/8



7/8

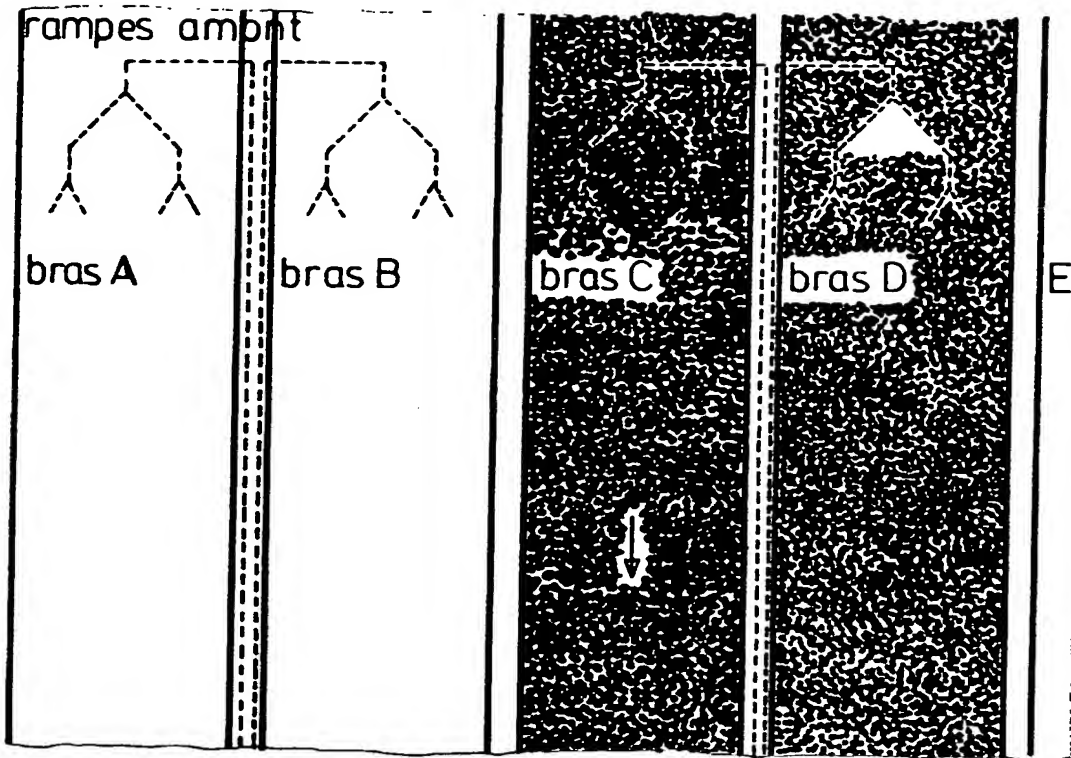
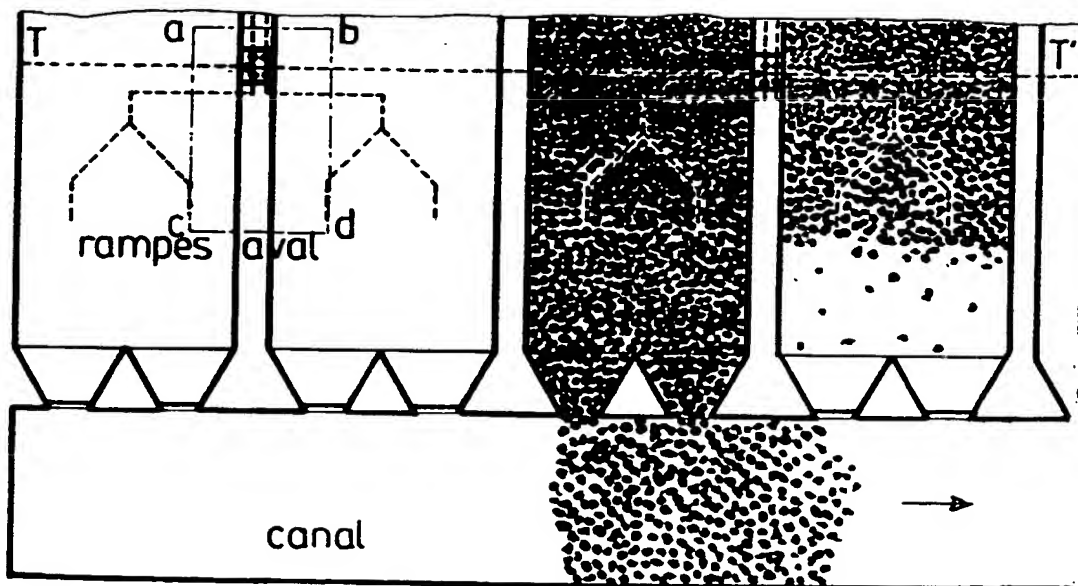
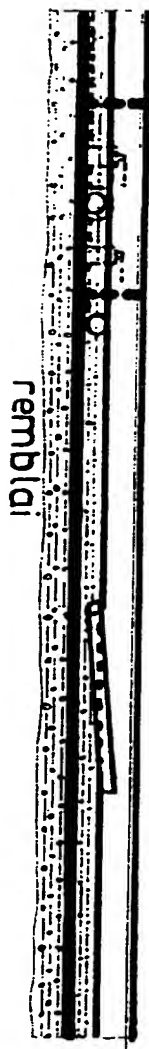


fig 14

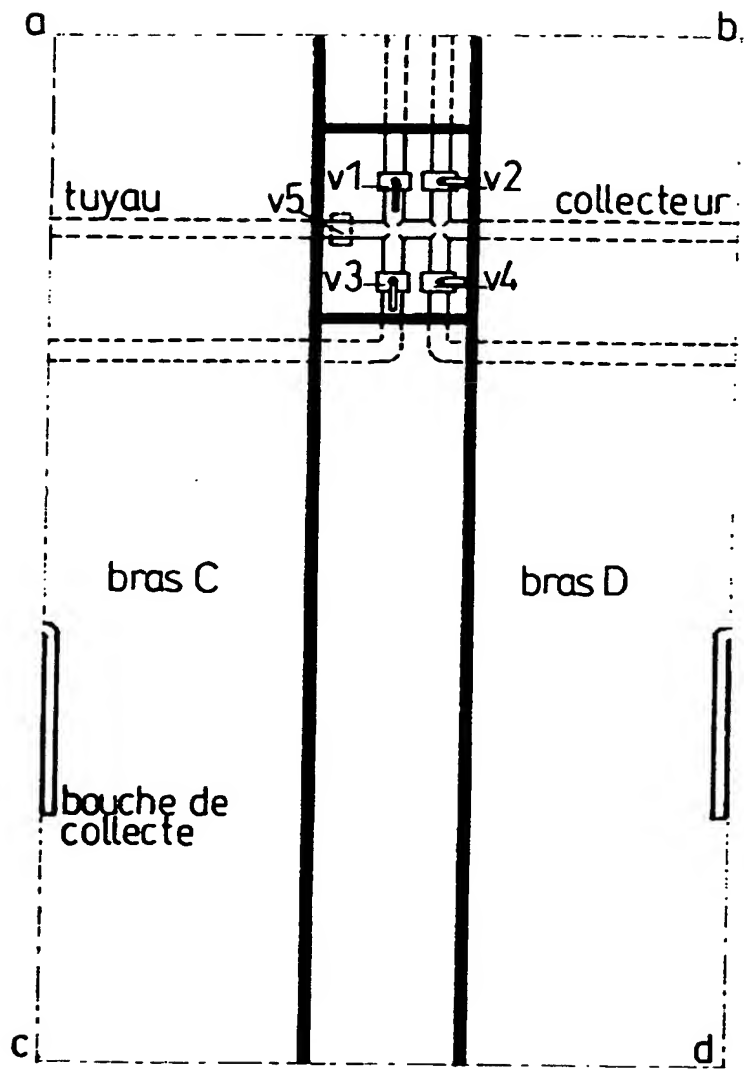


8/8



vue de droite
selon bd

fig 16



vue de dessus fig 15



vue de face selon cd fig 17

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	EP-A-0 409 367 (MARKGRAF KARL) 23 Janvier 1991	1
A	* colonne 3, ligne 48 - colonne 4, ligne 29 *	5
A	--- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 551 (C-1117), 5 Octobre 1993 & JP-A-05 154498 (MEIJI MILK PROD CO LTD), 22 Juin 1993, * abrégé *	1-10
A	--- FR-A-2 213 910 (MAX PLANCK GESELLSCHAFT) 9 Août 1974 -----	1-10
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL. 6)
		C02F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
24 Janvier 1997		Gonzalez Arias, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
<p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'un moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons @ : membre de la même famille, document correspondant</p>		

DERWENT-ACC-NO: 1997-552709

DERWENT-WEEK: 199751

COPYRIGHT 2006 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Treating waste water in lagoons of floating
macrophytes
- by effluent decantation and digestion
followed by
passing effluent into lagoons for oxygenation

PATENT-ASSIGNEE: AUGUSTE M M[AUGUI]

PRIORITY-DATA: 1996FR-0004898 (April 17, 1996)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
PAGES MAIN-IPC		
FR 2747671 A1	October 24, 1997	N/A
019 C02F 003/00		

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO
APPL-DATE		
FR 2747671A1	N/A	1996FR-0004898
April 17, 1996		

INT-CL (IPC): C02F003/00, C02F003/28

ABSTRACTED-PUB-NO: FR 2747671A

BASIC-ABSTRACT:

Treating waste water in a lagoon of floating macrophytes comprises:
(a) passing
effluent for treatment through a battery of decanter-digesters (dd
and DD); (b)
passing the effluent into one of a number of arms of parallel
horizontal
lagoons (A to D), each of which operates independently and which ends
have
overflows leading to a drainage canal that sets the liquid level, and
(c)
plants can be pushed over the overflow by a hydraulic system towards
a
collection point.

USE - The method is used for purification of effluents and waste waters by floating macrophytic plants which absorb pollutants and oxygenate water. The process is also suitable for use in tropical climates where more arms of the lagoon can be used in the wet season.

ADVANTAGE - The arms of the lagoon operate independently of each other parallelly, not in series, so one or more arms can be shut down for maintenance without affecting overall performance. This also gives flexibility of operation.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.11/17

TITLE-TERMS: TREAT WASTE WATER LAGOON FLOAT EFFLUENT DECANT DIGEST FOLLOW PASS
EFFLUENT LAGOON OXYGENATE

DERWENT-CLASS: D15

CPI-CODES: D04-A01K; D04-A01L; D04-A01P;

UNLINKED-DERWENT-REGISTRY-NUMBERS: 1740P

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1997-176400